

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 766 999

⑫ N° d'enregistrement national : 98 03044

⑤ Int Cl<sup>6</sup> : H 04 J 14/02

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 12.03.98.

⑬ Priorité : 01 03 97 JP 20789297; 16.01.98 JP 00625798

⑭ Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.02.99 Bulletin 99/05.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentes :

⑰ Demandeur(s) : FUJITSU LIMITED — JP.

⑱ Inventeur(s) : HARASAWA SHIN ICHIROU.

⑲ Titulaire(s) :

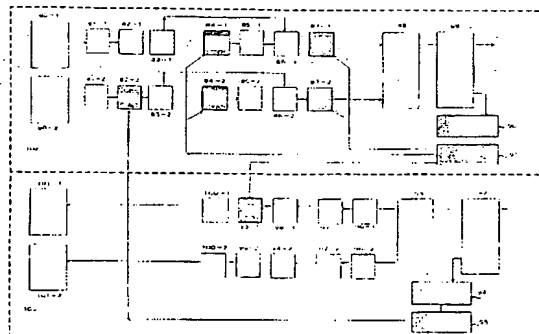
⑳ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

① SYSTEME ET PROCEDE DE TRANSMISSION OPTIQUE, ET STATION POUR LEUR MISE EN OEUVRE.

② L'invention concerne les transmissions optiques.

Elle se rapporte à un système comprenant des stations terminales de transmission et de réception de signaux lumineux. La station de réception (103) comprend un dispositif de détection d'un spectre (94) des signaux lumineux, et un dispositif de transmission du résultat à la station de transmission, et celle-ci (102) comporte un dispositif de détection du spectre (90) du côté de transmission, un dispositif de détection d'information de spectre du côté de réception, et un dispositif de réglage de préaccentuation qui compare les informations de spectre du côté de réception et du côté de transmission et à régler les niveaux et longueurs d'onde des signaux lumineux à transmettre.

Application aux transmissions par fibres optiques.



FR 2 766 999 - A1



La présente invention concerne un système de transmission optique et une station terminale de transmission.

Dans les communications optiques multiplexées en longueurs d'onde, il faut régler à la fois la longueur d'onde et le niveau de chaque signal lumineux émis pour que la réception d'un signal optique transmis soit optimale du côté de réception.

En outre, les distances de relais ont récemment augmenté grâce à l'installation de répéteurs munis d'amplificateurs optiques dans un trajet de transmission formé entre les stations terminales.

La présente invention concerne à la fois le réglage de la longueur d'onde et le réglage du niveau dans un équipement terminal dans une configuration de système de communications ayant un répéteur muni d'un tel amplificateur optique.

Les figures 1A et 1B représentent la préaccentuation (comme décrit dans la suite), dans le cas où la transmission multiplexée en longueurs d'onde est réalisée par connexion de plusieurs amplificateurs en série, et le rapport signal-sur-bruit optique (OSNR) après transmission.

Sur les figures 1A et 1B,  $\lambda_1$  à  $\lambda_8$  représentent les longueurs d'onde de signaux lumineux d'un signal optique, et les hauteurs des signaux lumineux aux longueurs d'onde  $\lambda_1$  à  $\lambda_8$  représentent l'intensité de chaque signal lumineux.

Sur les figures 1A et 1B, un signal optique comporte plusieurs signaux lumineux à différentes longueurs d'onde, représentées par  $\lambda_1$  à  $\lambda_8$ .

Dans le trajet 1 de transmission, des amplificateurs optiques 2-1 à 2-n sont représentés sous forme de répéteurs.

La figure 1A représente la caractéristique de gain du trajet 1 de transmission dans lequel les pertes des amplificateurs optiques 2-1 à 2-n du trajet 1 et du trajet de transmission lui-même sont considérées globalement, et le rapport signal-sur-bruit optique pour chaque signal lumineux est un rapport de la puissance électrique du signal lumineux à celle du bruit lumineux.

Lorsque les signaux lumineux aux longueurs d'onde  $\lambda_1$  à  $\lambda_8$ , de même niveau, sont transmis du côté de transmission, des différences de niveaux apparaissent entre les signaux lumineux à cause de la caractéristique de gain du trajet 1 de transmission.

Pour cette raison, comme l'indique la figure 1B et afin que la caractéristique de gain d'un répéteur optique du trajet de transmission soit compensée, le niveau de chaque signal lumineux est changé du côté de transmission si bien que la fluctuation du rapport signal-sur-bruit optique est supprimée lorsque les signaux lumineux sont reçus.

Cette technologie est appelée "préaccentuation" et elle est très utilisée.

La préaccentuation représentée sur la figure 1B est ajustée et fixée dans les étapes initiales du fonctionnement du système.

Cependant, le niveau de la lumière transmise aux amplificateurs optiques 2-1 à 2-n fluctue et le gain de l'ensemble du trajet 1 de transmission change à cause d'une fluctuation des pertes dans le trajet 1 de transmission pendant le fonctionnement du système, à cause de l'insertion dans le trajet 1 d'un nouveau câble de réparation d'un tronçon défectueux, de l'insertion dans le trajet 1 d'un répéteur, de la détérioration au cours du temps d'une fibre optique du trajet 1, etc., et le gain change aussi à la suite de la détérioration au cours du temps des amplificateurs optiques 2-1 à 2-n.

En conséquence, la caractéristique de gain de l'ensemble du trajet de transmission change et la fluctuation du rapport signal-sur-bruit optique ne peut pas être compensée par un procédé de préaccentuation fixe.

Les figures 2A à 2C illustrent le principe du changement de spectre des signaux lumineux au cours du temps, et les figures 3A à 3C représentent les résultats d'une expérience de changement de spectre des signaux lumineux au cours du temps.

Les figures 2A et 3A, 2B et 3B, 2C et 3C représentent l'état original, l'état après un certain temps et l'état après un temps plus important respectivement.

Comme l'indiquent les figures 2A à 2C et 3A à 3C, la fluctuation du rapport signal-sur-bruit optique de chaque signal lumineux augmente lorsque le temps s'écoule.

En particulier, ce phénomène pose un problème sérieux dans le cas d'un système de câbles sous-marins utilisé pour les transmissions à longue distance.

La demande publiée de brevet japonais mise à l'inspection publique n° 8-321 824 représente, pour la solution de ce problème, une technologie grâce à laquelle la préaccentuation peut être modifiée du côté de transmission d'après le spectre du côté de réception.

Plus précisément, le spectre des longueurs d'onde de chacun des signaux lumineux est mesuré à une station terminale réceptrice et le résultat de la mesure est soit superposé à un signal optique soit transmis dans une région vide d'un en-tête de la hiérarchie numérique synchrone (SDH), etc. destiné à la station terminale de transmission par une ligne descendante, et l'amplitude de préaccentuation est mesurée à la station terminale de transmission.

Bien qu'il soit nécessaire de régler la préaccentuation pour améliorer le rapport signal-sur-bruit optique du côté de réception, la fluctuation du gain du trajet de transmission provoquée par la fluctuation des pertes due à l'insertion d'un nouveau câble dans le trajet de transmission ou à la détérioration au cours du temps, ne peut pas être compensée par un procédé de préaccentuation fixe.

Bien qu'il existe une technologie de réglage automatique de la préaccentuation à la station terminale de transmission d'après l'information spectrale transmise par le terminal de réception, on n'envisage que le réglage de la préaccentuation dans cette technologie pour compenser cet inconvénient.

Bien qu'il soit nécessaire d'ajuster la préaccentuation pour améliorer le rapport signal-sur-bruit optique des signaux lumineux multiplexés en longueurs d'onde transmis

par la station terminale de transmission, les longueurs d'onde et niveaux de sortie des signaux lumineux du signal optique varient avec la température et la valeur du courant de pilotage, puisqu'un signal lumineux à chaque longueur d'onde du signal optique provenant de la station terminale de transmission provient d'un laser.

En particulier, lorsque la densité élevée de multiplexage en longueurs d'onde augmente (la fréquence de multiplexage), il devient nécessaire de régler strictement la longueur d'onde de chaque signal lumineux, et la fluctuation de longueur d'onde et la fluctuation de niveau se produisent lorsque la préaccentuation est réglée uniquement d'après les informations transmises par la station terminale réceptrice.

La présente invention a pour objet un système qui assure automatiquement le réglage de la longueur d'onde de chaque signal lumineux et du niveau de puissance du signal lumineux à chaque longueur d'onde dans un système multiplexé en longueurs d'onde.

Dans le système de transmission optique selon l'invention, constitué d'une station terminale de transmission de plusieurs signaux lumineux à un trajet de transmission, et d'une station terminale réceptrice destinée à recevoir les signaux lumineux du trajet de transmission, la station terminale réceptrice est caractérisée en ce qu'elle comprend une unité de détection de spectre, du côté de réception, destinée à détecter le spectre des signaux lumineux, et une unité de transmission du résultat de la détection de l'unité de détection de spectre de réception à la station terminale de transmission, et l'appareil terminal de transmission comporte une unité de détection de spectre du côté de transmission destinée à détecter le spectre des signaux lumineux, une unité de détection d'information de spectre du côté de réception destinée à détecter les informations de spectre transmises par la station terminale de réception, et une unité de commande de préaccentuation destinée à comparer l'information de spectre de l'unité de détection de spectre du côté de transmission à l'information de spectre de

l'unité de détection d'information de spectre du côté de réception et à régler les niveaux et longueurs d'onde des signaux lumineux à transmettre.

La station terminale de transmission selon l'invention, incorporée à un système de transmission optique destiné à transmettre une information de préaccentuation d'une station terminale de réception de plusieurs signaux lumineux multiplexés en longueurs d'onde transmis par une station terminale de transmission, à la station terminale de transmission, comporte une unité de détection du spectre du côté de transmission destinée à détecter le spectre des signaux lumineux transmis, une unité de détection d'information de spectre du côté de réception destinée à détecter une information de spectre provenant de la station terminale de réception, et une unité de commande de préaccentuation destinée à comparer l'information de spectre provenant de l'unité de détection de spectre du côté de transmission à l'information de spectre provenant de l'unité de détection d'information de spectre du côté de réception, et réglant les niveaux et longueurs d'onde des signaux lumineux à transmettre.

La préaccentuation peut être réglée par comparaison du spectre mesuré dans la station terminale de transmission au spectre mesuré dans la station terminale de réception, et les longueurs d'onde peuvent être réglées d'après l'information de spectre mesuré.

Dans le système de transmission optique multiplexé en longueurs d'onde dans un autre aspect de la présente invention, dans lequel les signaux optiques multiplexés en longueurs d'onde sont échangés entre une première station terminale et une seconde station terminale, la première station terminale est caractérisée en ce qu'elle comprend une première unité d'analyse de spectre optique destinée à mesurer l'écart de longueur d'onde d'un signal lumineux de chaque canal et du niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale, une unité d'ajustement de la longueur d'onde d'un signal

lumineux d'un canal correspondant lorsqu'il existe un écart de longueur d'onde, et une unité de préaccentuation du niveau de puissance du signal lumineux pour chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale, lorsqu'il est indiqué à la première station terminale, à partir de la seconde station terminale, que le niveau de puissance d'un signal lumineux, à une longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale, est erroné, alors que la seconde station terminale est caractérisée en ce qu'elle comprend une seconde unité d'analyse de spectre optique destinée à mesurer au moins le niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale, et une unité de transmission d'information du niveau de puissance du signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde, transmis par la première station terminale, à la première station terminale.

Dans un système multiplexé en longueurs d'onde destiné à transmettre et recevoir des signaux optiques multiplexés en longueurs d'onde entre des stations terminales, la station terminale est caractérisée en ce qu'elle comprend une première unité d'analyse de spectre optique destinée à mesurer l'écart de longueur d'onde d'un signal lumineux de chaque canal et du niveau de puissance du signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la station terminale, une unité d'ajustement de longueur d'onde destinée à ajuster la longueur d'onde d'un signal lumineux du canal correspondant lorsqu'il existe un écart de longueur d'onde, et une unité de préaccentuation du niveau de puissance du signal lumineux pour chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la station terminale lorsqu'il est indiqué à la première station terminale, à partir d'une autre station terminale, que le niveau de puissance d'un signal lumineux, à une longueur d'onde d'un signal optique



multiplexé en longueurs d'onde transmis par la station terminale, est erroné, une seconde unité d'analyse de spectre optique destinée à mesurer au moins le niveau de puissance d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par l'autre station terminale, et une unité de transmission d'information relative au niveau de puissance du signal lumineux à chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale à l'autre station terminale.

Le procédé de commande selon l'invention est un procédé de commande mis en oeuvre dans une station terminale de transmission d'un système de transmission optique destiné à transmettre une information de préaccentuation à partir d'une station terminale réceptrice, pour la réception de plusieurs signaux lumineux multiplexés en longueurs d'onde transmis par la station terminale de transmission, à la station terminale de transmission, et il est caractérisé en ce qu'il comprend une étape de détection du spectre des signaux lumineux à transmettre, une étape de détection de l'information de spectre provenant de la station terminale de réception, et une étape de comparaison du résultat de la détection de spectre des signaux lumineux transmis à l'information de spectre provenant de la station terminale de réception, et de réglage du niveau et des longueurs d'onde des signaux lumineux à transmettre.

Le procédé de commande, dans un autre aspect de la présente invention, est un procédé de réglage de la longueur d'onde et du niveau de puissance de chaque signal lumineux dans un système de multiplexage en longueurs d'onde destiné à la transmission et à la réception de signaux optiques multiplexés en longueurs d'onde entre des stations terminales, et il est caractérisé en ce qu'il comprend (a) une étape de mesure de l'écart de longueur d'onde d'un signal lumineux de chaque canal et du niveau de puissance d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par sa propre station terminale, (b) une étape de mesure du niveau

de puissance d'un signal lumineux au moins à chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par une autre station terminale, (c) une étape d'ajustement de la longueur d'onde d'un signal lumineux d'un canal lorsqu'il est déterminé, d'après le résultat de l'étape (a), qu'il existe un écart de longueur d'onde, (d) une étape de transmission d'une information relative au niveau de puissance du signal lumineux à chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par l'autre station terminale, et (e) une étape de préaccentuation du niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par sa propre station terminale, s'il est indiqué à sa propre station terminale, par une autre station terminale, que le niveau de puissance d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par sa propre station terminale est erroné.

Selon la présente invention, le contrôle et le réglage de la longueur d'onde et du niveau de puissance d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde, qui ne peut pas être évité dans un système de multiplexage en longueurs d'onde, peuvent être réalisés automatiquement, d'une manière très efficace pour la commercialisation d'un système de communications optiques multiplexé en longueurs d'onde.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

les figures 1A et 1B sont des schémas illustrant la préaccentuation et le rapport signal-sur-bruit optique après transmission, les figures 1A et 1B correspondant à la technique antérieure, les parties gauches des figures 1A et 1B représentant respectivement l'état sans préaccentuation et avec préaccentuation (spectre optique transmis 1 pour la figure 1A et spectre optique transmis 2 sur la figure 1B), la partie centrale des figures 1A et 1B représentant le trajet de transmission avec la caractéristique de gain, les

flèches sombres désignant un amplificateur optique (répé-  
teur), et les parties droites représentant respectivement le  
rapport signal-sur-bruit optique avec une fluctuation large  
(spectre optique reçu 1) pour la figure 1A et le rapport  
5 signal-sur-bruit optique pour une fluctuation comprimée  
(spectre reçu 2) ;

les figures 2A à 2C illustrent la détérioration du  
spectre des signaux lumineux au cours du temps, la figure 2A  
représentant la valeur par défaut (rapport signal-sur-bruit  
10 optique avec faible fluctuation, spectre optique transmis  
1), la figure 2B représentant le spectre optique transmis 2  
et la figure 2C représentant le spectre optique transmis 3  
après l'écoulement du temps (rapport signal-sur-bruit  
optique présentant une grande fluctuation), et les figures  
15 2A, 2B et 2C correspondant à la technique antérieure, Gp,  
Gp' et Gp" représentant le gain de crête ;

les figures 3A à 3C sont des graphiques représentant  
les résultats d'expériences selon la technique antérieure ;

la figure 4 représente la configuration d'une station  
20 terminale réceptrice, la bulle reliée à la fibre 1-1  
représentant le spectre optique reçu ;

la figure 5 représente la structure d'un signal de  
réglage transmis d'une station terminale réceptrice à une  
station terminale de transmission, la partie gauche  
25 représentant l'adresse de la station de transmission et la  
partie droite le signal de réglage de préaccentuation ;

la figure 6 représente un premier exemple de configu-  
ration détaillée d'une station terminale de transmission, la  
bulle reliée à la fibre 1-1 représentant le spectre optique  
30 transmis, et la ligne sortant de l'ordinateur 4-2 transmet-  
tant le signal de réglage de préaccentuation ;

la figure 7 représente un second exemple de confi-  
guration détaillée d'une station terminale de transmission  
analogue à la figure 6 ;

35 la figure 8 représente la configuration d'un dispositif  
de transmission d'un signal multiplexé en longueurs d'onde  
et de dispositifs périphériques, l'ordinateur 4-2 recevant  
une information de spectre optique de transmission de

l'analyseur 3-2 et un signal de réglage de la station réceptrice 7-1 ou 5-2 et transmettant un signal de réglage de longueur d'onde de laser et un signal de réglage de puissance d'amplificateur optique ;

5 la figure 9 représente un ordinogramme du réglage de la préaccentuation et de la longueur d'onde des signaux ;

les figures 10A à 10D illustrent la procédure de commande dans le cas du réglage de la préaccentuation, la figure 10A représentant la transmission d'un signal de début de réglage, la figure 10B représentant la réception d'un signal de régime permanent, la figure 10C représentant la transmission d'un signal de réglage et la figure 10D représentant la réception du signal de fin de réglage ;

les figures 11A à 11C illustrent des procédés de transmission d'un signal de début de réglage, d'un signal de régime permanent, d'un signal de réglage et d'un signal de fin de réglage, la figure 11A représentant le signal de réglage incorporé à l'en-tête repéré par la zone hachurée, la zone non hachurée représentant la charge payante, le signal étant transmis avec un signal de réglage placé dans l'en-tête, la figure 11B représente la superposition à l'amplitude d'un signal principal, l'amplitude ou l'intensité étant portée en ordonnées et le signal principal en abscisses, la flèche indiquant le signal de réglage, et la figure 11C représente la transmission par la lumière à une longueur d'onde spéciale, sous une forme transmise par le spectre optique, la barre plus épaisse du spectre indiquant la longueur d'onde du signal de réglage comme indiqué par la flèche ;

30 la figure 12 représente la configuration détaillée d'une station terminale dans le cas de l'utilisation d'un procédé d'écriture d'un signal de réglage, etc. dans un en-tête, l'unité centrale de traitement 95 transmettant un signal de réglage de préaccentuation à une station opposée et l'unité centrale de traitement 91 recevant un signal de réglage de préaccentuation de la station opposée et transmettant un signal de réglage de préaccentuation à des amplificateurs 87-1 et 87-2 et un signal de réglage de

longueur d'onde à des circuits de pilotage 84-1 et 84-2, la station inférieure recevant un signal descendant et la station supérieure transmettant un signal ascendant ;

5 la figure 13 représente la configuration détaillée d'un circuit de pilotage d'une diode laser et une diode laser, un signal de réglage de longueur d'onde étant transmis à gauche de la figure et un signal optique de sortie étant transmis à droite, un courant constant étant échangé entre le circuit de pilotage et la diode laser ;

10 la figure 14 est un ordinogramme illustrant l'opération exécutée par une unité centrale de traitement du côté de transmission représentée sur la figure 12 ;

la figure 15 est un ordinogramme représentant le traitement de la longueur d'onde du signal lumineux représenté sur la figure 14 ; et

la figure 16 est un ordinogramme illustrant le traitement de puissance du signal lumineux représenté sur la figure 14.

20 Sur la figure 4, les références 1-1 et 1-2, 1-3, 3-1, 4-1, 5-1 et 6-2 représentent des fibres optiques, un câble, un analyseur de spectre optique, un ordinateur, un transmetteur d'un signal de commande et un dispositif de transmission d'un signal multiplexé en longueurs d'onde respectivement.

25 La fibre 1-1 transmet un signal optique qui comporte plusieurs signaux lumineux à partir d'une station terminale de transmission vers une station terminale de réception.

L'analyseur de spectre optique 3-1 détecte le spectre optique reçu de la fibre 1-1.

30 L'ordinateur 4-1 calcule la valeur du spectre optique à partir du signal de sortie de l'analyseur 3-1 et transmet une information qui repose sur le résultat du traitement du spectre optique à la station terminale de transmission à l'aide de la fibre 1-2.

35 Cette transmission peut être réalisée par écriture de l'information dans l'en-tête d'un signal de transmission, par modulation d'amplitude d'un signal principal avec l'information, par disposition de l'information à une

longueur d'onde spéciale utilisée pour la transmission du signal de réglage, etc.

La référence 6-2 représente un dispositif de transmission de signal multiplexé en longueurs d'onde destiné à transmettre un signal optique de transmission de la station terminale de réception à la station terminale de transmission.

La figure 5 représente la structure d'un signal de réglage transmis par une station terminale de réception et une station terminale de transmission.

Le signal de réglage est composé d'une information d'adresse qui correspond au nom de la station terminale de transmission du signal de réglage, et l'information de signal de réglage.

C'est parce que le signal de réglage peut être utilisé dans un réseau complexe dans lequel de nombreuses stations sont insérées entre une station terminale de transmission et une station terminale de réception que l'information d'adresse est associée.

Les figures 6 et 7 représentent des exemples de la configuration détaillée d'une station terminale de transmission.

Sur les figures 6 et 7, les éléments analogues à ceux de la figure 4 sont désignés par les mêmes références numériques et, en outre, les références 6-1, 3-2, 4-2, 5-2 et 7-1 représentent un dispositif de transmission d'un signal multiplexé en longueurs d'onde, un analyseur de spectre optique, un ordinateur, un récepteur de signal de réglage et un dispositif de réception du signal multiplexé en longueurs d'onde respectivement.

Sur la figure 6, un signal de réglage transmis par la fibre 1-2 est reçu par le récepteur 5-2 du signal de réglage et le spectre des signaux lumineux transmis à la fibre 1-1 est détecté par l'analyseur de spectre optique 3-2.

L'ordinateur 4-2 compare l'information de spectre optique des signaux lumineux du côté de la station terminale réceptrice, reçue par le récepteur 5-2 du signal de réglage, à l'information optique des signaux lumineux du côté de la

station terminale de transmission détectée par l'analyseur 3-2 de spectre optique, décide si le réajustement de la préaccentuation est nécessaire ou non en fonction de critères établis, transmet à la fois les signaux de réglage de longueurs d'onde et les signaux de réglage des niveaux des signaux lumineux à transmettre pour la préaccentuation au dispositif 6-1 de transmission du signal multiplexé en longueurs d'onde, et règle ainsi à la fois la longueur d'onde et le niveau de chaque signal lumineux transmis à la fibre 1-1 par le dispositif 6-1 de transmission du signal multiplexé en longueurs d'onde.

La figure 7 représente la configuration dans le cas où le signal de réglage est reçu par le dispositif 7-1 de réception de signal multiplexé en longueurs d'onde pour la réception des signaux de transmission transmis par le dispositif de transmission de signal multiplexé en longueurs d'onde du côté de la station terminale de réception, à la place du récepteur 5-2 du signal de réglage représenté sur la figure 6.

La configuration représentée sur la figure 7 est très efficace pour l'extraction du signal de réglage lorsque le signal de réglage est écrit dans la partie d'en-tête d'une trame d'un signal de transmission transmis par le dispositif 6-2 de transmission du signal multiplexé en longueurs d'onde représenté sur la figure 4.

La figure 8 représente la configuration d'un dispositif de transmission du signal multiplexé en longueurs d'onde et les dispositifs périphériques représentés sur les figures 6 et 7.

Sur ces figures, les références 61-1 à 61-n, 62-1 à 62-n, 63-1 à 63-n, 65-1 à 65-n et 64 représentent les circuits de réglage de laser, les lasers, les amplificateurs optiques, les modulateurs et un coupleur respectivement.

Sur la figure 8, les éléments analogues à ceux des figures 6 et 7 sont désignés par les mêmes références numériques.

Les émissions lumineuses des lasers 62-1 à 62-n sont commandées par les circuits de commande de laser 61-1 à 61-n.

5 Les signaux de sortie des lasers 62-1 à 62-n sont modulés par les signaux à transmettre à l'aide des modulateurs 65-1 à 65-n, et les signaux sont transmis aux amplificateurs optiques 63-1 à 63-n.

10 Les signaux modulés sont amplifiés à des niveaux prédéterminés par les amplificateurs optiques 63-1 à 63-n, subissent un multiplexage en longueurs d'onde dans le coupleur optique 64 et sont transmis à la fibre 1-1.

15 L'ordinateur 4-2 extrait une commande de réglage du signal de réglage du signal principal, le signal de réglage provenant de la fibre 1-2 est reçu par le récepteur 5-2 de signal de réglage, et le spectre des signaux lumineux transmis à la fibre 1-1 est détecté par l'analyseur 3-2.

20 L'ordinateur 4-2 compare l'information de spectre optique des signaux lumineux du côté de la station terminale réceptrice, reçue par le récepteur 5-2, à l'information de spectre optique du côté de la station terminale de transmission, détectée par l'analyseur 3-2, et décide, d'après des critères établis, si un réajustement de la préaccen-

25 En outre, l'ordinateur 4-2 transmet un signal de réglage du gain des amplificateurs optiques 63-1 à 63-n pour régler la préaccentuation en fonction du résultat de la décision, ajuste individuellement le gain de chaque amplificateur optique, et corrige la fluctuation de la caractéristique du rapport signal-sur-bruit optique du signal lumineux pour chaque longueur d'onde du signal optique du

30 côté de la station terminale réceptrice.

35 Lorsque ces amplificateurs optiques 63-1 à 63-n sont des amplificateurs à fibre optique dans lesquels une fibre optique est dopée par un élément des terres rares, l'ordinateur 4-2 peut régler le signal de sortie d'une source de lumière de pompage destinée à régler les amplificateurs à fibre optique. Si les amplificateurs optiques 63-1 à 63-n sont des amplificateurs optiques à semi-conducteur, l'ordinateur 4-2 peut régler le gain des amplificateurs 63-1 à



63-n par réglage des courants de polarisation des dispositifs à semi-conducteur.

5 Lorsque les signaux de sortie des lasers 62-1 à 62-n sont suffisamment élevés, les niveaux peuvent aussi être ajustés par disposition d'atténuateurs optiques variables à la place des amplificateurs optiques, et par atténuation des lumières transmises par les lasers 62-1 à 62-n.

10 Les signaux de sortie des amplificateurs 63-1 à 63-n sont couplés par le coupleur 64 et transmis à la fibre pour la transmission sous forme du signal lumineux à transmettre.

15 En outre, l'ordinateur 4-2 transmet des signaux de réglage de longueur d'onde de laser par réglage de la température et/ou du courant de pilotage des circuits de commande de laser 61-1 à 61-n afin que l'intervalle entre les longueurs d'onde des lasers 62-1 à 62-n, soit réglé à une valeur prédéterminée.

20 A l'aide des signaux de réglage de longueur d'onde de laser, les circuits lasers 61-1 à 61-n règlent la température et/ou le courant de pilotage des lasers 62-1 à 62-n si bien que chaque longueur d'onde est décalée à une longueur d'onde prédéterminée.

25 A ce moment, par réglage de la température et/ou du courant de pilotage des lasers 62-1 à 62-n, les niveaux de sortie des lasers 62-1 à 62-n varient et la valeur de la préaccentuation présente aussi des fluctuations.

30 Pour cette raison, l'ordinateur 4-2 est réalisé afin qu'il répète le réglage des étapes (a) à (d) de la figure 9 jusqu'à ce que chaque longueur d'onde prenne une valeur prédéterminée, avec la fluctuation du rapport signal-sur-bruit optique du côté de réception dans une plage prédéterminée, par réglage de la préaccentuation et des longueurs d'onde des signaux comme indiqué dans l'ordinogramme de la figure 9.

35 Sur la figure 9, l'étape (a) représente la lecture de l'information de spectre optique transmise (puissance et longueur d'onde de chaque signal lumineux), l'étape (b) correspond à la comparaison de la puissance de chaque signal lumineux actuel à un signal de réglage (la valeur de réglage

de la puissance de chaque signal lumineux) et calcule la valeur nécessaire de la puissance de chaque signal lumineux, l'étape (c), mise en oeuvre lorsqu'un réglage est nécessaire, comprend le réglage de la puissance fournie par  
5 chaque amplificateur optique d'après le résultat du calcul, alors que l'étape (d), exécutée aussi bien lorsque le réglage est nécessaire que lorsqu'il est superflu, comprend le réglage de la longueur d'onde de chaque signal lumineux.

Lorsqu'une défaillance se produit dans un système  
10 constitué de l'analyseur 3-1 de spectre optique, de l'ordinateur 4-1 et de l'émetteur 5-1 de signal de commande comme indiqué sur la figure 4, la préaccentuation peut aussi être réglée uniquement par réglage à la fois de l'analyseur 3-2 et de l'ordinateur 4-2 représentés sur les figures 6 et 7,  
15 et la préaccentuation peut aussi être réglée lorsqu'une panne se produit dans le système de réglage de préaccentuation du côté de la station terminale réceptrice.

En outre, lorsqu'une panne se produit du côté de la station terminale de transmission, le réglage de la préaccentuation est disponible par réglage sous la commande de  
20 l'ordinateur 4-2 à la fois de la préaccentuation et de la longueur d'onde d'après l'information provenant de l'analyseur de spectre optique du côté de la station terminale de transmission, sans attente d'un signal de  
25 réglage transmis par le côté de la station terminale de réception, car l'ordinateur 4-2 compense le changement de préaccentuation provoqué par la réparation ou la défaillance de la partie en panne.

Les figures 10A à 10D illustrent la procédure de  
30 commande dans le cas où la préaccentuation est réglée pour la totalité du système de transmission.

Sur les figures 10A à 10D, les stations A et B représentent respectivement une station terminale de réception et une station terminale de transmission.

35 D'abord, comme l'indique la figure 10A, un signal de début de réglage destiné à demander le début d'un réglage de la préaccentuation est transmis de la station A à la station B.

Ensuite, comme l'indique la figure 10B, la station B, qui a reçu le signal de début de réglage, transmet un signal de régime permanent pour indiquer que la station B est prête à commencer le réglage de préaccentuation, vers la station A.

Ensuite, comme l'indique la figure 10C, la station A, qui a reçu le signal de régime permanent, détecte le spectre des signaux lumineux reçus par l'intermédiaire du trajet de transmission et transmet le signal de réglage à la station B.

Enfin, comme l'indique la figure 10D, la station B règle à la fois la préaccentuation et la longueur d'onde d'après le signal de réglage provenant de la station A et transmet un signal de fin de réglage à la station A après avoir confirmé que l'intervalle entre les longueurs d'onde du spectre optique transmis et le signal de sortie réglé par préaccentuation ont des valeurs prédéterminées.

Les figures 11A à 11C représentent des procédés de transmission du signal de début de réglage, du signal de régime permanent, du signal de réglage et du signal de fin de réglage représentés sur les figures 10A à 10D.

La figure 11A illustre un procédé d'écriture des signaux dans l'en-tête d'un signal de transmission. Les données à transférer sont constituées d'un en-tête destiné à stocker des signaux de commande, etc., et d'une charge payante destinée à contenir les données à transmettre. Les signaux précités sont écrits dans l'en-tête.

La figure 11B illustre un procédé de modulation d'amplitude d'un signal optique principal par un signal. Ainsi, l'état représenté est tel que l'intensité d'un signal optique principal est modulée par un signal de réglage.

La figure 11C illustre un procédé de disposition d'information relative à une longueur d'onde d'un signal spécial de réglage et de transmission de l'information par multiplexage en longueurs d'onde. Ainsi, on a représenté l'état dans lequel, en plus des huit longueurs d'onde des signaux lumineux du signal optique principal, un signal de réglage de plus faible puissance est multiplexé à une

longueur d'onde différente de celle du signal optique principal.

La commande entre une station terminale de transmission et une station terminale de réception est disponible par  
5 transmission de divers types de signaux de commande par mise en oeuvre des procédés illustrés sur les figures 11A à 11C.

La figure 12 représente la configuration détaillée d'une station terminale dans le cas de l'utilisation d'un  
10 procédé d'écriture d'un signal de réglage, etc. dans l'entête.

Bien que, sur la figure 12 et afin que le dessin soit simplifié, seul le cas dans lequel le nombre de canaux multiplexés en longueurs d'onde est égal à deux soit  
15 envisagé, un système destiné à un plus grand nombre de canaux de multiplexage est aussi disponible, par modification uniquement de la configuration allant des multiplexeurs 80-1 et 80-2 de l'unité de transmission 102 à un coupleur 88, ou de la configuration allant d'un coupleur 93 aux démultiplexeurs 101-1 et 101-2 d'une unité de réception  
20 103, en fonction du nombre voulu de canaux multiplexés en longueurs d'onde.

La station terminale représentée sur la figure 12 comporte une unité 102 de transmission de signaux optiques et une unité 103 de réception des signaux. Les unités de  
25 traitement de signaux des derniers étages des deux multiplexeurs 80-1 et 80-2 et des démultiplexeurs 101-1 et 101-2 de l'unité 102 de transmission et de l'unité 103 de réception respectivement sont omises de la représentation.

Un signal électrique transmis par l'unité de traitement  
30 de signaux, non représentée sur le dessin, parvient à l'unité 102 de transmission, est multiplexé dans le multiplexeur 80-1 ou 80-2 pour chaque canal, et est transmis. Le signal électrique multiplexé est transformé d'une forme en série en un signal en parallèle par des unités de conver-  
35 tisseur série-parallèle 81-1 ou 81-2. Ensuite, ce signal parallèle est transmis à une unité 82-1 ou 82-2 de correction d'erreurs dans le sens direct. Dans une telle unité 82-1 ou 82-2, un code de redondance destiné à la correction

en cas d'erreur est fixé au signal. Ensuite, le signal parallèle comprenant le code de redondance est transmis à une unité de convertisseur parallèle-série 83-1 ou 83-2 si bien qu'il redevient un signal en série. Ensuite, le signal en série ainsi créé est transmis à un modulateur extérieur 86-1 ou 86-2 pour la création d'un signal optique sous forme d'un signal modulé.

Les organes de pilotage de diode laser 84-1 et 84-2 respectivement pilotent les diodes lasers 85-1 et 85-2 pour la production de lumière laser à des longueurs d'onde respectives, si bien que des lumières de longueurs d'onde stables sont transmises. La lumière à la longueur d'onde respective provenant de la diode 85-1 ou 85-2 est modulée par le modulateur extérieur 86-1 ou 86-2 et transmise sous forme de signal lumineux modulé. Ce signal lumineux est amplifié par un amplificateur optique 87-1 ou 87-2 et parvient au coupleur 88. Ce dernier est par exemple un coupleur à modulation en longueurs d'onde. Grâce à ce coupleur 88, le signal lumineux à chaque longueur d'onde est multiplexé en longueurs d'onde en un signal optique multiplexé en longueurs d'onde. Ce signal optique est transmis à un coupleur 89 destiné à dériver le signal par exemple dans un rapport 4/1, et une partie du signal dérivé parvient à l'analyseur 90 de spectre optique. La partie du signal optique qui n'est pas dérivée est transmise au trajet de transmission telle quelle.

Dans l'analyseur 90 de spectre optique, le fait que chaque signal lumineux est transmis à une longueur d'onde spécifiée ou non est détecté. Cette information est transmise à une unité centrale de traitement 91. Lorsque la longueur d'onde d'un signal lumineux d'un certain canal s'écarte d'une valeur spécifiée et l'unité centrale détecte le fait que cette longueur d'onde est en dehors de la plage de tolérances, un signal de réglage de longueur d'onde destiné à corriger l'écart de longueur d'onde est transmis à l'organe de pilotage 84-1 ou 84-2 du canal dans lequel il existe cet écart de longueur d'onde. La tolérance est égale à  $\pm 0,2$  nm par exemple lorsque l'intervalle entre les

longueurs d'onde est de 1 nm. Le réglage de la température de diode laser 85-1 ou 85-2 permet à l'organe de pilotage de diode de changer la longueur d'onde d'oscillation si bien que la longueur d'onde de la lumière laser peut prendre une  
5 valeur spécifiée.

Lorsque l'unité 103 de réception de la station terminale représentée sur le dessin reçoit les signaux optiques du trajet de transmission, le signal optique est dérivé par un coupleur 92, et le signal dérivé est transmis à un  
10 analyseur 94 de spectre optique. Dans cet analyseur 94, le fait que les niveaux de puissance des signaux lumineux à chaque longueur d'onde sont uniformes ou non ou le fait que le rapport signal-sur-bruit optique des signaux lumineux à chaque longueur d'onde sont uniformes ou non est vérifié, et  
15 le résultat est transmis à une unité centrale de traitement 95. Celle-ci analyse le résultat de la mesure de l'analyseur 94 et, si l'unité 95 juge qu'il existe une fluctuation des niveaux de puissance ou des rapports signal-sur-bruit optiques parmi les signaux lumineux à chaque longueur  
20 d'onde, l'unité 95 transmet une commande de réglage de préaccentuation à l'unité de correction 82-2 ou 82-1 de l'unité 102 de transmission pour transmettre l'information à la station correspondante qui a transmis le signal optique. Cette commande de réglage de préaccentuation est  
25 insérée dans l'en-tête du signal par l'unité 82-2 et est transmise à la station correspondante depuis l'unité de transmission 102. (Bien que, dans le cas du dessin, on ait indiqué que la commande de réglage de préaccentuation parvenait à l'unité de correction 82-2, la commande peut  
30 aussi parvenir à l'unité 82-1. Comme un canal de transmission d'un signal de réglage de préaccentuation est normalement fixe, l'unité de correction de ce canal correspondant est connectée à l'unité centrale 95).

D'autre part, la partie du signal optique qui n'est pas  
35 dérivée par le coupleur 92 parvient à un coupleur 93 et est démultiplexée en signaux lumineux à chaque longueur d'onde. Ce coupleur 93 est par exemple un coupleur de multiplexage en longueurs d'onde. Lorsqu'un coupleur de multiplexage en

longueurs d'onde n'est pas utilisé pour le coupleur 93 et seul un coupleur de dérivation d'un signal optique, comme le coupleur 92, est utilisé, des filtres d'extraction des signaux lumineux à chaque longueur d'onde sont nécessaires dans l'étage de sortie du coupleur 92. Le signal optique est 5 démultiplexé en signaux lumineux à chaque longueur d'onde par le coupleur 93, chaque signal étant transmis à un amplificateur optique 96-1 ou 96-2 et étant amplifié. Le signal est alors reçu par un récepteur optique 97-1 ou 97-2 et est 10 transformé en un signal électrique. Le signal électrique transformé devient un signal parallèle dans l'unité 98-1 ou 98-2 de conversion série-parallèle et parvient à l'unité de correction 99-1 ou 99-2. Dans l'unité 99-1 ou 99-2, le code de redondance est traité. Si un signal de réglage de 15 préaccentuation est introduit dans l'en-tête du signal transmis à partir de la station correspondante, le signal de réglage de préaccentuation est extrait et il est transmis à l'unité centrale 91. (Bien que, dans le cas du dessin, il soit indiqué que la commande de réglage de préaccentuation 20 soit extraite uniquement par l'unité de correction 99-1, elle peut aussi être extraite par l'unité 99-2. Pourvu que le système ait une configuration telle qu'une unité de correction correspondant à un canal auquel peut être transmise la commande de réglage de préaccentuation est 25 connectée à l'unité centrale 91, le canal auquel est transmise la commande est habituellement fixe). Le signal traité par l'unité 99-1 ou 99-2 est transformé en un signal série par une unité 100-1 ou 100-2 de conversion parallèle-série et parvient à un démultiplexeur 101-1 ou 101-2. Dans 30 le démultiplexeur 101-1 ou 101-2, le signal série est démultiplexé, les données nécessaires sont extraites, et les données sont traitées par l'unité de traitement de signaux qui n'est pas représentée sur le dessin.

La commande de réglage de préaccentuation extraite par 35 l'unité 99-1 est transmise pour la mesure du niveau de puissance et du rapport signal-sur-bruit optique des signaux lumineux à chaque longueur d'onde du signal optique transmis à la station par la station correspondante et, lorsqu'il

existe un écart, pour la correction du niveau de puissance et du rapport signal-sur-bruit optique. En conséquence, l'unité centrale 91 qui a reçu la commande de réglage de préaccentuation de l'unité 99-1 de correction transmet un  
5 signal de réglage de préaccentuation en fonction de la commande, règle le gain de l'amplificateur optique 87-1 ou 87-2, et ajuste le niveau de sortie afin que le niveau de puissance ou le rapport signal-sur-bruit optique du signal lumineux à chaque longueur d'onde reçu dans la station  
10 correspondante puisse devenir convenable. Le réglage par la commande de réglage de préaccentuation est répété jusqu'à ce que le niveau de puissance ou le rapport signal-sur-bruit optique du signal lumineux à chaque longueur d'onde reçu du côté de la station terminale de réception devienne convenable.  
15

Bien que, sur le dessin, l'ajustement du niveau de sortie d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde ait été décrit par ajustement du gain de l'amplificateur 87-1 ou 87-2, le procédé d'ajustement du niveau de sortie n'est pas  
20 limité à cette réalisation. Par exemple, le système peut avoir une configuration telle qu'il ajuste les niveaux relatifs de sortie des signaux lumineux à chaque longueur d'onde par disposition d'un atténuateur optique variable à la position de l'amplificateur 87-1 ou 87-2 sur le dessin,  
25 et par ajustement de l'atténuation par l'atténuateur, avec amplification collective du signal optique multiplexé en longueurs d'onde par disposition d'un amplificateur optique entre le coupleur 88 et le coupleur 89.

Bien que, sur le dessin, deux analyseurs de spectre  
30 optique et deux unités centrales de traitement soient incorporés, l'un d'eux peut avoir une configuration telle qu'il est utilisé en commun par l'unité de transmission 102 et l'unité de réception 103 à la fois. Dans ce cas, il est possible que le signal d'entrée de l'analyseur de spectre  
35 optique ait une configuration telle qu'il est commuté par un commutateur optique, etc., et l'unité centrale correspondante a une configuration telle qu'elle peut exécuter les



opérations des deux unités centrales 91 et 95 représentées sur le dessin.

La figure 13 représente la configuration détaillée d'un circuit de pilotage de diode laser et une diode laser.

5 Sur le dessin, un exemple de configuration de réglage de la longueur d'onde qui doit être transmise par réglage de la température du laser lorsque le courant de pilotage du laser est constant, est représenté. La longueur d'onde qui doit être transmise peut aussi être réglée par maintien de  
10 la température du laser à une valeur constante et par modification de son courant de pilotage.

Le circuit 110 de pilotage de diode laser comporte un circuit 110-1 de traitement de commande de réglage destiné à transformer un signal reçu de réglage de longueur d'onde  
15 en un signal de réglage de température de diode laser, un circuit 110-2 de réglage du courant de pilotage de laser destiné à transmettre au laser un courant constant de pilotage, et un circuit 110-3 de réglage de courant de pilotage d'un élément à effet Peltier.

20 La diode laser 111 comprend un radiateur 113 destiné à dissiper la chaleur dégagée, une pastille 111-1 de laser qui constitue le laser lui-même, et un élément à effet Peltier 111-2 destiné à régler la température de la pastille 111-1.

25 Le circuit 110-2 de réglage du courant de pilotage du laser transmet à la pastille 111-1 un courant constant si bien que la pastille 111-1 transmet de la lumière laser. L'élément à effet Peltier 111-2 a une configuration telle qu'il peut être en contact intime avec la pastille 111-1, si  
30 bien que de la chaleur peut être échangée directement entre l'élément à effet Peltier et la pastille 111-1, et la température de la pastille 111-1 peut devenir égale à celle de l'élément 111-2. Cet élément 111-2 est réglé thermiquement par un courant créé d'après un signal appliqué au  
35 circuit 110-3 de réglage du courant de pilotage de l'élément à effet Peltier par le circuit 110-1 de traitement de commande de réglage qui a reçu un signal de réglage de longueur d'onde. Ce circuit 110-3 peut augmenter ou réduire

la température de l'élément 111-2 en changeant la polarité du courant. Comme la pastille 111-1 du laser a en général une petite capacité thermique, la température de la pastille 111-1 peut être facilement modifiée en fonction de la température de l'élément 111-2. Le radiateur 113 dissipe la chaleur si bien que la température de la diode laser 111 peut ne pas dépasser la valeur nécessaire. La configuration de l'appareil de cette manière permet un réglage relativement stable de la longueur d'onde de la lumière laser de la pastille 111-1.

La figure 14 représente un ordinogramme illustrant l'opération exécutée par une unité centrale de traitement du côté de transmission sur la figure 12.

D'abord, le pas S1 détermine s'il existe une commande de réglage pour la station correspondante ou non. Ainsi, il est déterminé si une commande de réglage de préaccentuation a été transmise par la station correspondante ou non. Si la commande de réglage n'a pas été reçue, le traitement passe au pas S4. Si la commande a été reçue, la commande de réglage de préaccentuation est lue au pas S2 et la valeur de réglage de préaccentuation est réécrite au pas S3. Une valeur de préaccentuation indique quel doit être le niveau de sortie du signal lumineux pour chaque longueur d'onde. Par exemple, une mémoire à accès direct lisible par une unité centrale de traitement, etc. est préparée, avec des valeurs enregistrées dans une table. Au pas S4, les données de spectre des signaux lumineux transmis du côté de l'unité de transmission sont lues à partir de l'analyseur de spectre. Au pas S5, la valeur de consigne de la longueur d'onde que doit avoir le signal lumineux pour chaque canal et la valeur précitée de réglage de préaccentuation sont lues. Au pas S6, les données de spectre lues au pas S4 et la valeur de consigne lue au pas S5 sont comparées, et les signaux lumineux qui peuvent poser des problèmes sont sélectionnés. S'il n'existe aucun problème dans l'un quelconque des signaux lumineux, le traitement revient au début et l'opération se répète. S'il est déterminé au pas S6 qu'il existe des signaux lumineux qui posent des problèmes,

le pas S7 lit une priorité prédéterminée avec laquelle le signal lumineux doit être traité, lorsqu'il existe plusieurs signaux lumineux qui posent des problèmes. Une mémoire à accès direct ou morte lisible par l'unité centrale est préparée, et cette priorité est aussi enregistrée sous forme d'une table. Au pas S8, un seul des signaux lumineux posant un problème est sélectionné en fonction de la priorité. Ensuite, au pas S9, le contenu d'ajustement est sélectionné pour le signal lumineux sélectionné. Cette sélection est réalisée d'après la comparaison avec la valeur de consigne du pas S6. S'il n'existe qu'un décalage de longueur d'onde, un traitement de la longueur d'onde du signal lumineux est exécuté au pas S10. S'il existe une commande de réglage de préaccentuation et s'il est déterminé que la préaccentuation seule est réalisée de façon erronée, un traitement de puissance du signal lumineux est exécuté au pas S11. Si le pas S6 détermine qu'il existe à la fois un décalage de longueur d'onde et une préaccentuation erronée, le pas S12 exécute à la fois le traitement sur la longueur d'onde et sur la puissance du signal.

Lorsque l'une des opérations des pas S10, S11 et S12 est terminée, le traitement revient au pas S4, les données de spectre du côté de transmission sont lues à nouveau, et un canal posant un problème est recherché. S'il existe un tel canal, celui-ci subit un traitement convenable. De cette manière, le traitement se répète. Si le pas S6 détermine qu'il n'existe aucun signal lumineux posant un problème dans tous les canaux, le traitement revient au début et l'ensemble de l'opération est répété.

La figure 15 est un ordinogramme représentant le traitement de la longueur d'onde d'un signal lumineux, représenté sur la figure 14.

D'abord, au pas S20, les données de longueur d'onde à traiter sont lues dans l'analyseur de spectre optique. Au pas S21, il est déterminé si les données de longueur d'onde se trouvent dans une plage prédéterminée de tolérances ou non. Dans un exemple de plage de tolérances, l'amplitude du décalage de la longueur d'onde doit être au maximum de

$\pm 0,2$  nm lorsque l'intervalle de longueurs d'onde est de 1 nm. Lorsqu'il est déterminé au pas S21 que l'amplitude de décalage de la longueur d'onde est comprise dans la plage de tolérances, un traitement de puissance du signal lumineux est exécuté (dans le cas du pas S12 de la figure 14) ou le traitement est terminé (dans le cas du pas S10 de la figure 14).

Au pas S21, l'écart par rapport à la valeur de consigne lue antérieurement est calculé et une valeur de progression ou de régression de la tension de réglage du courant appliquée au circuit de pilotage de diode laser est calculée. Par exemple le réglage du circuit de pilotage de la diode laser est réalisé par augmentation ou réduction de la tension de commande. La relation entre la tension de commande et la longueur d'onde est une relation linéaire ( $Y = A \times X + B$ , Y étant la longueur d'onde et X la tension de réglage), et les coefficients A et B ont été enregistrés au préalable dans une mémoire lisible par l'unité centrale telle qu'une mémoire à accès direct, etc. sous forme de valeurs par défaut. Ensuite, au pas S23, une tension de réglage (signal) est transmise et le traitement revient au pas S20. Ensuite, le traitement précité se répète jusqu'à ce que les données de longueur d'onde entrent dans la plage de tolérances déterminée au pas S21.

La figure 16 est un ordinogramme représentant le traitement de puissance du signal lumineux de la figure 14.

D'abord, au pas S30, les données de puissance à traiter sont lues à partir de l'analyseur de spectre optique. Le pas S31 détermine si les données de puissance correspondent à la valeur de tolérances indiquée par la valeur de réglage de préaccentuation qui a été réécrite en fonction de la commande de réglage de préaccentuation transmise par la station correspondante ou non. Si les données sont comprises dans la plage de tolérances, le traitement est terminé. S'il est déterminé que les données sont en dehors de la plage de tolérances, au pas S32, l'écart par rapport à la valeur de consigne lue antérieurement est calculé et la valeur de progression ou de régression de la tension de réglage du

courant est calculée. Le réglage peut être appliqué à un amplificateur optique ou un atténuateur optique pour régler la puissance du signal lumineux, par augmentation ou réduction de la tension de réglage. La relation entre la tension de réglage et la puissance optique est une relation linéaire ( $Y = A \times X + B$ , Y étant la puissance optique et X la tension de réglage) et les coefficients A et B ont été enregistrés au préalable dans une mémoire lisible par l'unité centrale, par exemple une mémoire à accès direct, etc. sous forme de valeurs par défaut, comme décrit précédemment. Ensuite, au pas S33, la tension de réglage (signal) est transmise et le traitement revient au pas S30 et se répète jusqu'à ce que les données de puissance du signal lumineux soient comprises dans la plage de tolérances. Lorsque les données de puissance sont comprises dans cette plage de tolérances, le pas S31 termine le traitement.

Selon l'invention, la comparaison du spectre mesuré dans une station terminale de transmission au spectre mesuré dans une station terminale de réception, et le réglage de la préaccentuation permet un réglage de la longueur d'onde d'après l'information de spectre mesuré, et le niveau à chaque longueur d'onde du spectre optique peut aussi être corrigé par réglage de la longueur d'onde.

Comme le spectre optique est mesuré à la fois à la station terminale de transmission et à la station terminale de réception pour le réglage de la préaccentuation, celle-ci peut être réglée de façon continue même en cas de panne dans l'un ou l'autre des systèmes.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux systèmes, stations et procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemple non limitatif sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS

1. Système de transmission optique comprenant une station terminale de transmission de plusieurs signaux lumineux à un trajet de transmission, et une station terminale de réception des signaux lumineux du trajet de transmission, caractérisé en ce que :

la station terminale de réception (103) comprend :

un dispositif de détection d'un spectre (3-2, 94) du côté de réception destiné à détecter le spectre des signaux lumineux, et

un dispositif (5-2) de transmission du résultat de la détection du dispositif de détection du spectre de réception à la station terminale de transmission, et

la station terminale de transmission (102) comporte :

un dispositif de détection du spectre (3-1, 90) du côté de transmission destiné à détecter le spectre des signaux lumineux,

un dispositif (5-1) de détection d'information de spectre du côté de réception destiné à détecter l'information de spectre provenant de la station terminale de réception (103), et

un dispositif de réglage de préaccentuation destiné à comparer l'information de spectre provenant du dispositif de détection de spectre (3-1, 90) du côté de transmission à l'information de spectre provenant du dispositif de détection d'information de spectre du côté de réception, et à régler les niveaux et longueurs d'onde des signaux lumineux à transmettre.

2. Station terminale de transmission, incorporée à un système de transmission optique destiné à transmettre une information de préaccentuation provenant d'une station terminale de réception (103) pour la réception de plusieurs signaux lumineux multiplexés en longueurs d'onde provenant d'une station de transmission, à la station terminale de transmission (102), caractérisée en ce qu'elle comprend :

un dispositif de détection d'un spectre (3-1, 90) du côté de transmission destiné à détecter le spectre des signaux lumineux à transmettre,

un dispositif de détection d'information de spectre du côté de réception destiné à détecter l'information de spectre provenant de la station terminale de réception  
5 (103), et

un dispositif de réglage de préaccentuation destiné à comparer l'information de spectre provenant du dispositif de détection du spectre (3-1, 90) du côté de transmission à l'information de spectre provenant du dispositif de  
10 détection d'information de spectre du côté de réception, et à régler le niveau et la longueur d'onde des signaux lumineux à transmettre.

3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le niveau d'un signal lumineux à transmettre et la  
15 longueur d'onde d'un signal lumineux à transmettre sont réglés en alternance et de manière répétée.

4. Station selon la revendication 2, caractérisée en ce que le niveau d'un signal lumineux à transmettre et la longueur d'onde d'un signal lumineux à transmettre sont  
20 réglés en alternance et de manière répétée.

5. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que, en cas de panne du dispositif de détection de spectre (3-2, 94) du côté de réception et du dispositif de transmission du résultat de la détection du dispositif de  
25 détection du spectre de réception à la station terminale de transmission (102), dans la station terminale de réception (103), le niveau et la longueur d'onde des signaux lumineux à transmettre peuvent être réglés par le dispositif de détection de spectre (3-1, 90) du côté de transmission et  
30 par le dispositif de réglage de préaccentuation compris dans la station terminale de transmission (102).

6. Station selon la revendication 2, caractérisée en ce que le niveau et la longueur d'onde des signaux lumineux à transmettre peuvent être réglés par le dispositif de  
35 détection de spectre (3-1, 90) du côté de transmission et par le dispositif de réglage de préaccentuation incorporé à la station terminale de transmission (102).

7. Système de transmission optique selon la revendication 1 dans lequel lesdits signaux lumineux sont multiplexés en longueurs d'onde, caractérisé en ce que :

5 la première station terminale (102) comporte :

un premier dispositif d'analyse de spectre optique destiné à mesurer l'écart de longueur d'onde d'un signal lumineux de chaque canal et le niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal  
10 optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale (102),

un dispositif d'ajustement de la longueur d'onde d'un signal lumineux d'un canal lorsqu'il existe un écart de longueur d'onde dans le canal, et

15 un dispositif de préaccentuation du niveau de puissance du signal lumineux pour chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis à partir de la première station terminale (102) lorsqu'il a été indiqué, à la première station terminale (102) à partir  
20 de la seconde station terminale (103), que le niveau de puissance d'un signal lumineux à une longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale (102) est erroné, et

la seconde station terminale (103) comprend :

25 un second dispositif d'analyse de spectre optique destiné à mesurer au moins le niveau de puissance d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale (102), et

30 un dispositif de transmission d'une information sur le niveau de puissance du signal lumineux à chaque longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale (102), vers la première station terminale (102).

35 8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de réglage de longueur d'onde règle la longueur d'onde du signal lumineux dans lequel il existe un écart de longueur d'onde par réglage de la température de la source lumineuse du signal lumineux en fonction d'une valeur



mesurée par le premier dispositif d'analyse de spectre optique.

5 9. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de réglage de longueur d'onde règle la longueur d'onde du signal lumineux dans lequel il existe un écart de longueur d'onde par réglage du courant de pilotage appliqué à la source de lumière du signal lumineux d'après la valeur mesurée par le premier dispositif d'analyse de spectre optique.

10 10. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de préaccentuation assure la préaccentuation par réglage du gain d'un amplificateur optique destiné à amplifier la lumière d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde.

15 11. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de préaccentuation assure la préaccentuation par ajustement de l'atténuation d'un atténuateur optique variable pour l'ajustement du niveau de sortie d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde.

20 12. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de transmission mémorise l'information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux, pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis à partir de la première station terminale (102), dans l'en-tête du signal optique, et transmet le signal à la première station terminale (102).

25 13. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de transmission associe l'information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux, pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis à partir de la première station terminale (102), à un signal optique et transmet le signal à la première station terminale (102).

30 14. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif de transmission multiplexe l'information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux, pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis à partir de la première station

terminale (102), sur un signal optique principal sous forme d'un signal optique ayant une longueur d'onde différente du signal optique principal, et transmet le signal à la première station terminale (102).

5           15. Station terminale, incorporée à un système de multiplexage en longueurs d'onde pour la transmission et la réception de signaux optiques multiplexés en longueurs d'onde entre des stations terminales, caractérisée en ce qu'elle comprend :

10           un premier dispositif d'analyse de spectre optique destiné à mesurer l'écart de longueur d'onde d'un signal lumineux de chaque canal et le niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la  
15           station terminale,

          un dispositif d'ajustement de longueur d'onde d'un signal lumineux d'un canal lorsqu'il existe un écart de longueur d'onde du canal,

          un dispositif de préaccentuation du niveau de puissance  
20           d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la première station terminale (102) lorsqu'il a été indiqué à la station terminale, à partir d'une seconde station terminale (103), que le niveau de puissance d'un signal lumineux  
25           pour une longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la station terminale est erroné,

          un second dispositif d'analyse de spectre optique destiné à mesurer au moins le niveau de puissance d'un  
30           signal lumineux à chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par une autre station terminale, et

          un dispositif de transmission d'une information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque  
35           longueur d'onde du signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par l'autre station terminale, à l'autre station terminale.

16. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de réglage de longueur d'onde règle la longueur d'onde du signal lumineux dans lequel il existe un écart de longueur d'onde par réglage de la température de la source lumineuse du signal lumineux en fonction d'une valeur mesurée par le premier dispositif d'analyse de spectre optique.

17. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de réglage de longueur d'onde règle la longueur d'onde du signal lumineux dans lequel il existe un écart de longueur d'onde par réglage du courant de pilotage appliqué à la source de lumière du signal lumineux d'après la valeur mesurée par le premier dispositif d'analyse de spectre optique.

18. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de préaccentuation assure la préaccentuation par réglage du gain d'un amplificateur optique destiné à amplifier la lumière d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde.

19. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de préaccentuation assure la préaccentuation par ajustement de l'atténuation d'un atténuateur optique variable pour l'ajustement du niveau de sortie d'un signal lumineux à chaque longueur d'onde.

20. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de transmission mémorise l'information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux, pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis à partir de la première station terminale (102), dans l'en-tête du signal optique, et transmet le signal à la première station terminale (102).

21. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de transmission associe l'information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux, pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis à partir de la

première station terminale (102), à un signal optique et transmet le signal à la première station terminale (102).

22. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de transmission multiplexe l'information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux, pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis à partir de la première station terminale (102), sur un signal optique principal sous forme d'un signal optique ayant une longueur d'onde différente du signal optique principal, et transmet le signal à la première station terminale (102).

23. Station terminale selon la revendication 15, caractérisée en ce que le premier dispositif d'analyse de spectre optique et le second dispositif d'analyse de spectre optique forment un seul analyseur de spectre optique, et l'entrée de l'analyseur de spectre optique est commutée par un commutateur optique.

24. Procédé de commande d'une station terminale de transmission (102) dans un système de transmission optique destiné à transmettre une information de préaccentuation provenant d'une station terminale de réception (103) de plusieurs signaux lumineux multiplexés en longueurs d'onde à partir d'une station de transmission, à la station terminale de transmission (102), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

la détection du spectre des signaux lumineux à transmettre,

la détection d'une information de spectre provenant de la station terminale de réception (103), et

la comparaison du résultat de détection de spectre des signaux lumineux à transmettre à l'information de spectre provenant de la station terminale de réception (103), et le réglage des niveaux et longueurs d'onde des signaux lumineux à transmettre.

25. Procédé de réglage de la longueur d'onde et du niveau de puissance de chaque signal lumineux dans un système multiplexé en longueurs d'onde pour la transmission et la réception de signaux optiques multiplexés en longueurs

d'onde entre les stations terminales, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

5 (a) la mesure de l'écart de longueur d'onde de chaque canal et du niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la station terminale,

10 (b) la mesure au moins du niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par une autre station terminale,

(c) l'ajustement de la longueur d'onde d'un signal lumineux d'un canal lorsqu'il est déterminé, d'après le résultat de l'opération (a), qu'il existe un écart de longueur d'onde du canal,

15 (d) la transmission d'une information relative au niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque longueur d'onde d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par l'autre station terminale, et

20 (e) la préaccentuation du niveau de puissance d'un signal lumineux pour chaque canal d'un signal optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la station terminale lorsqu'il est indiqué à la station terminale, à partir de l'autre station terminale, que le niveau de puissance d'un signal lumineux, pour une longueur du signal  
25 optique multiplexé en longueurs d'onde transmis par la station terminale, est erroné.

26. Station terminale de réception destiné à être utilisée avec une station terminale de transmission (102) comprenant un dispositif de détection d'une information de  
30 spectre du côté de transmission destiné à détecter le spectre des signaux lumineux à transmettre, un dispositif de détection d'une information de spectre du côté de réception destiné à détecter une information de spectre provenant de la station terminale de réception (103), et un dispositif de  
35 réglage de préaccentuation destiné à comparer une information de spectre provenant du dispositif de détection d'information de spectre du côté de transmission à l'information de spectre provenant du dispositif de détection

d'information de spectre du côté de réception, et à régler les niveaux et longueurs d'onde des signaux lumineux à transmettre, la station terminale de réception (103) étant caractérisée en ce qu'elle comprend :

5           un dispositif de réception de signaux lumineux dont les niveaux et longueurs d'onde sont réglés à partir de la station terminale de transmission (102),

          un dispositif d'analyse de spectre destiné à détecter au moins les fluctuations de niveaux des signaux lumineux  
10 transmis à partir de la station terminale de transmission (102), et

          un dispositif de transmission, à la station terminale de transmission (102), d'une information relative aux fluctuations des niveaux des signaux lumineux détectés par le  
15 dispositif d'analyse de spectre.

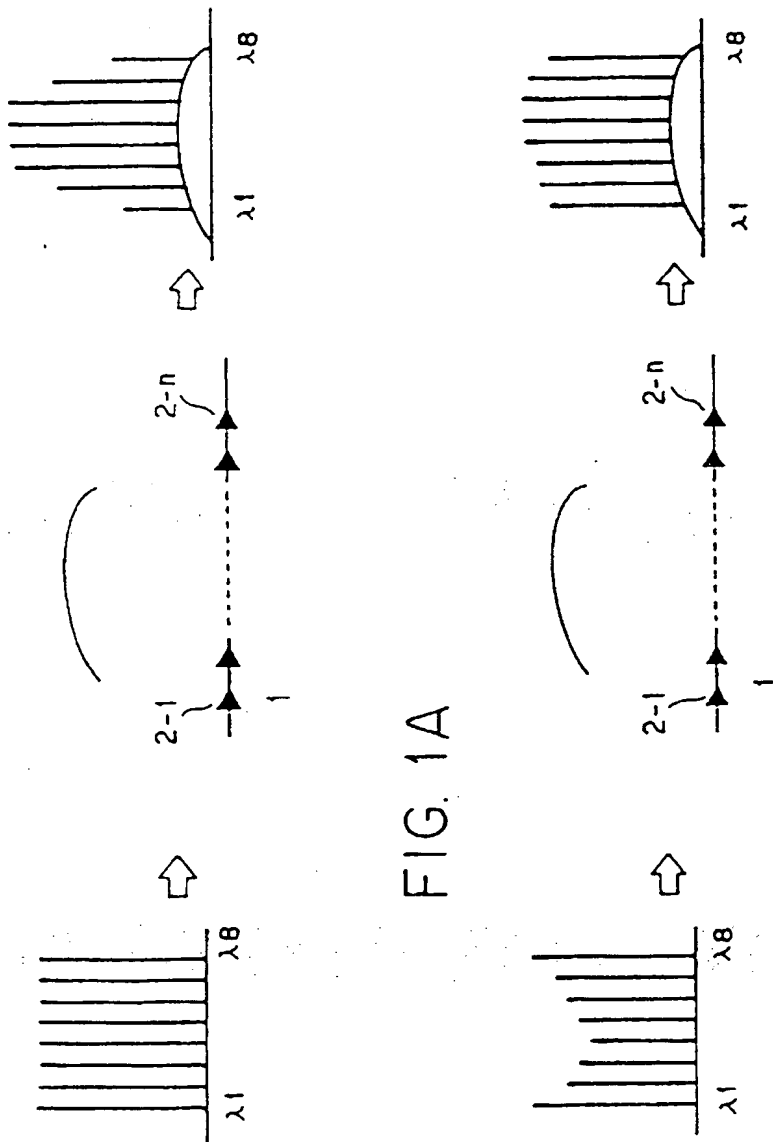


FIG. 1

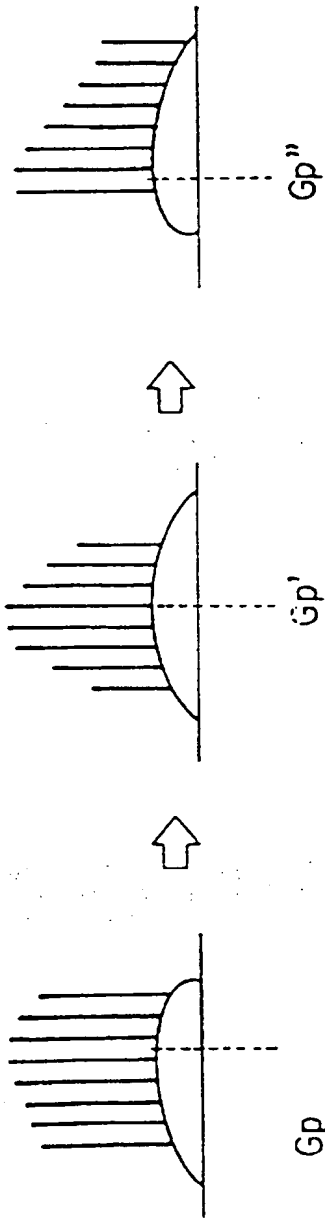


FIG. 2C

FIG. 2B

FIG. 2A



3/16

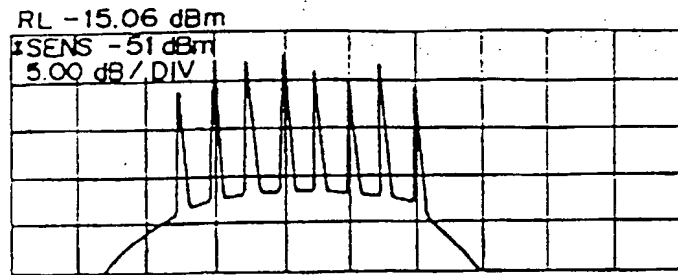


FIG. 3A

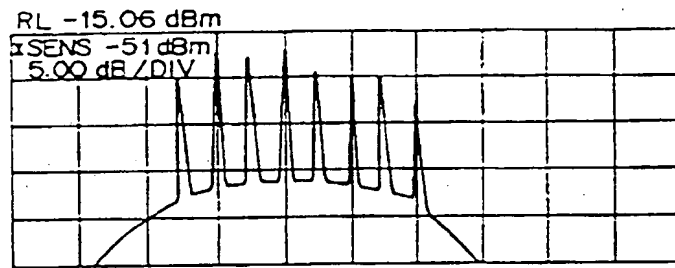


FIG. 3B

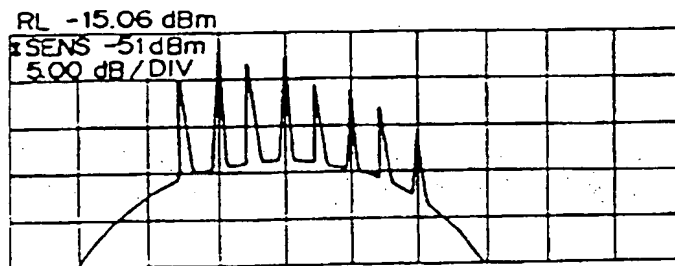


FIG. 3C

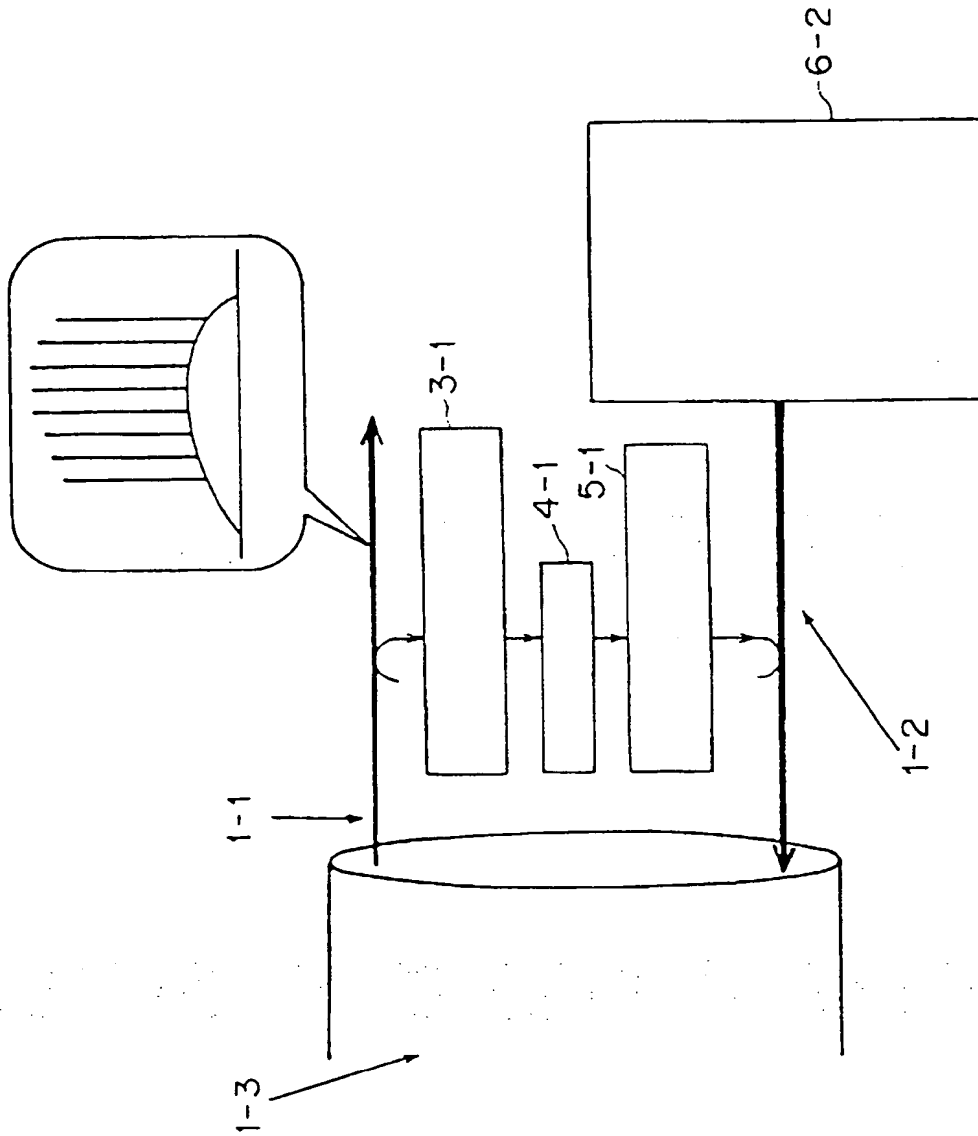


FIG. 4

5 / 16



FIG. 5

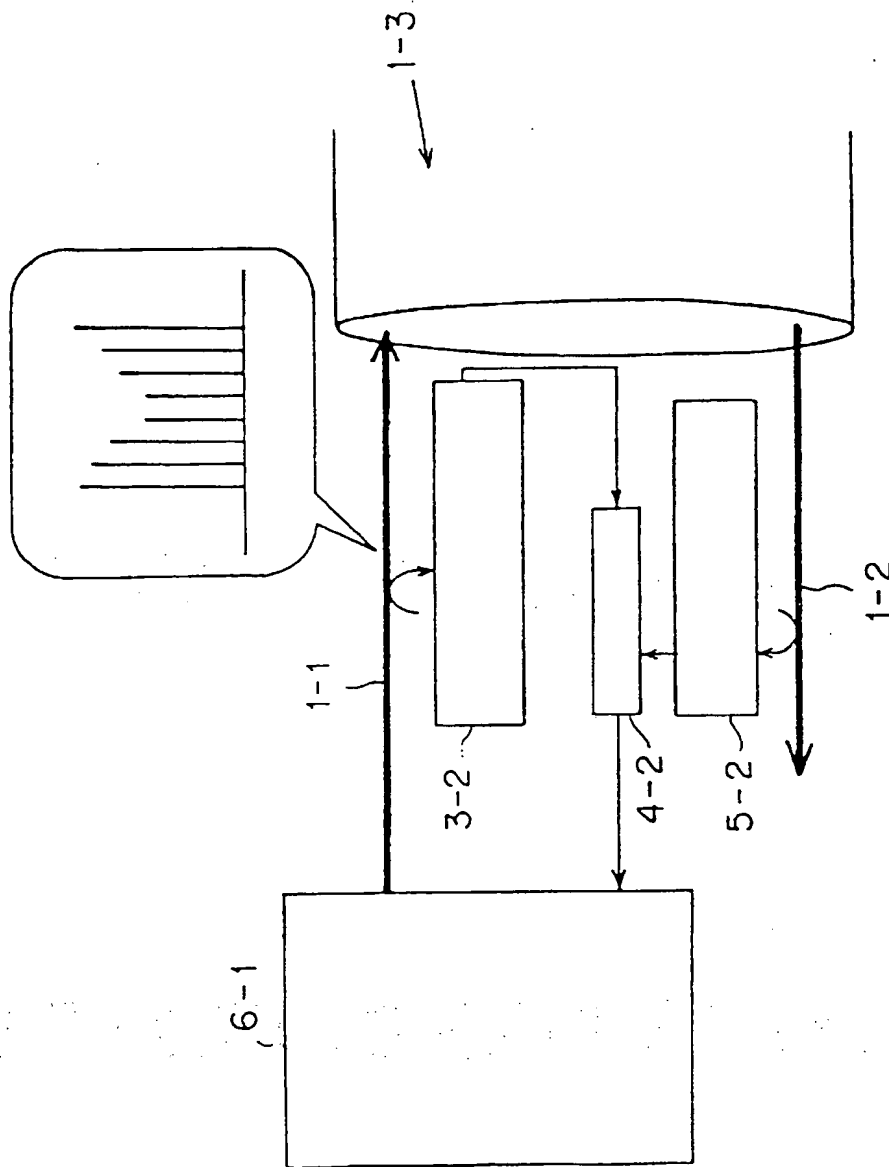


FIG. 6

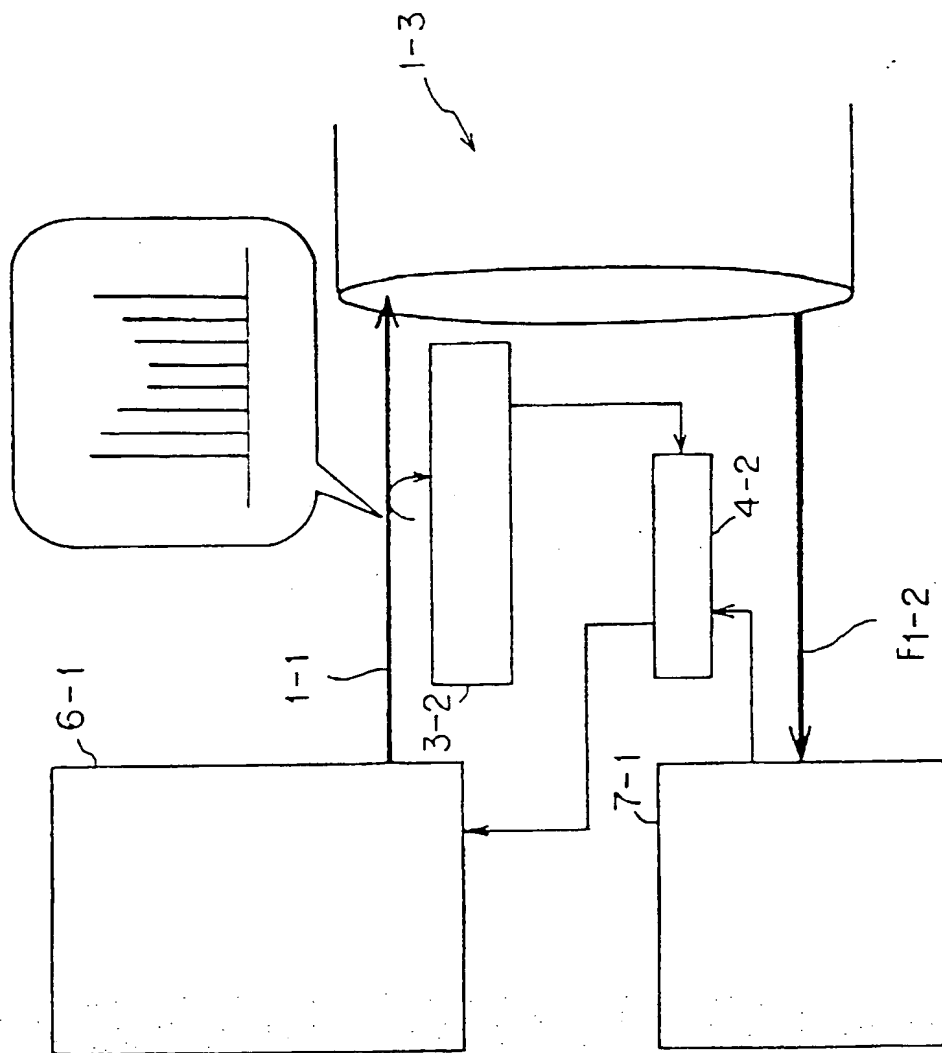


FIG. 7

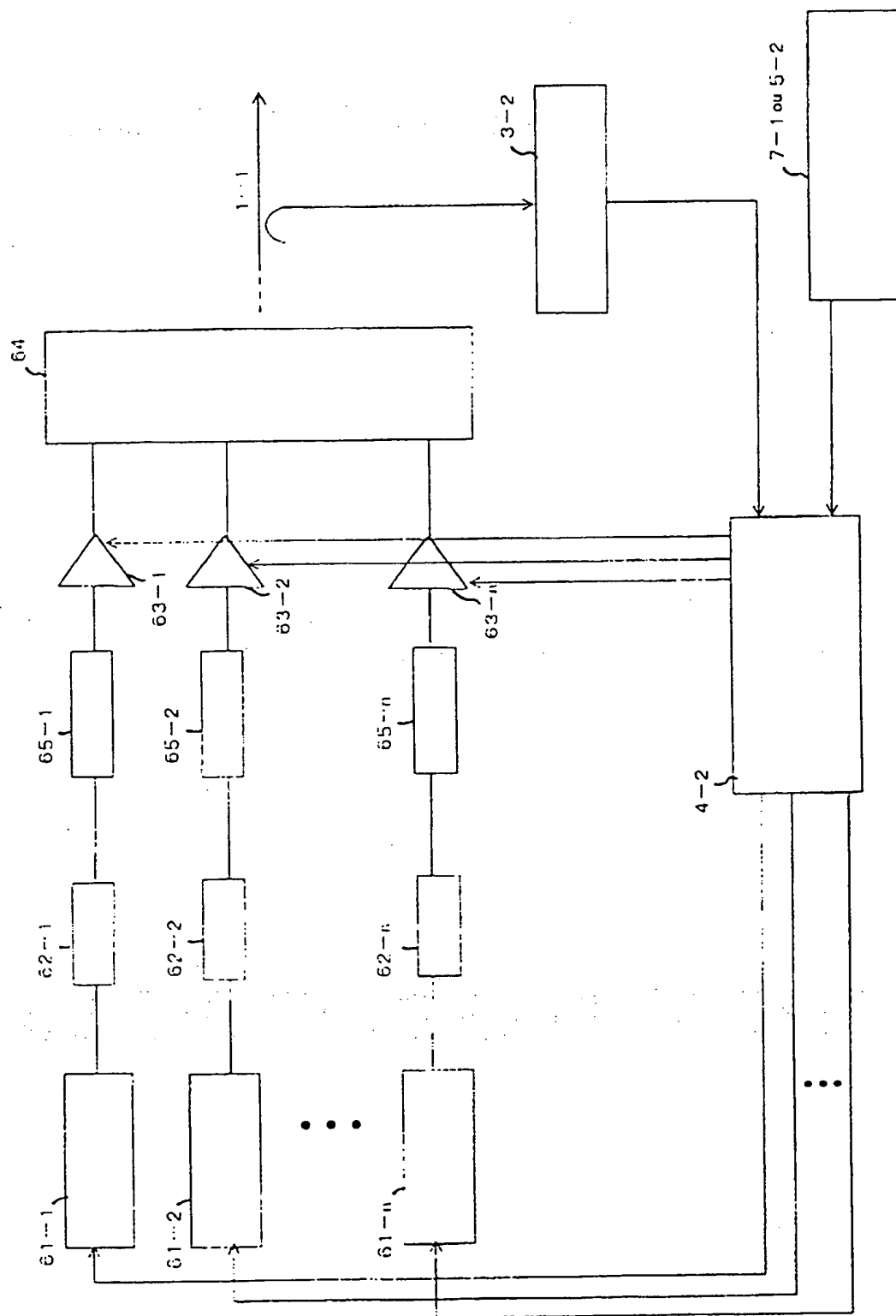


FIG. 8

9/16

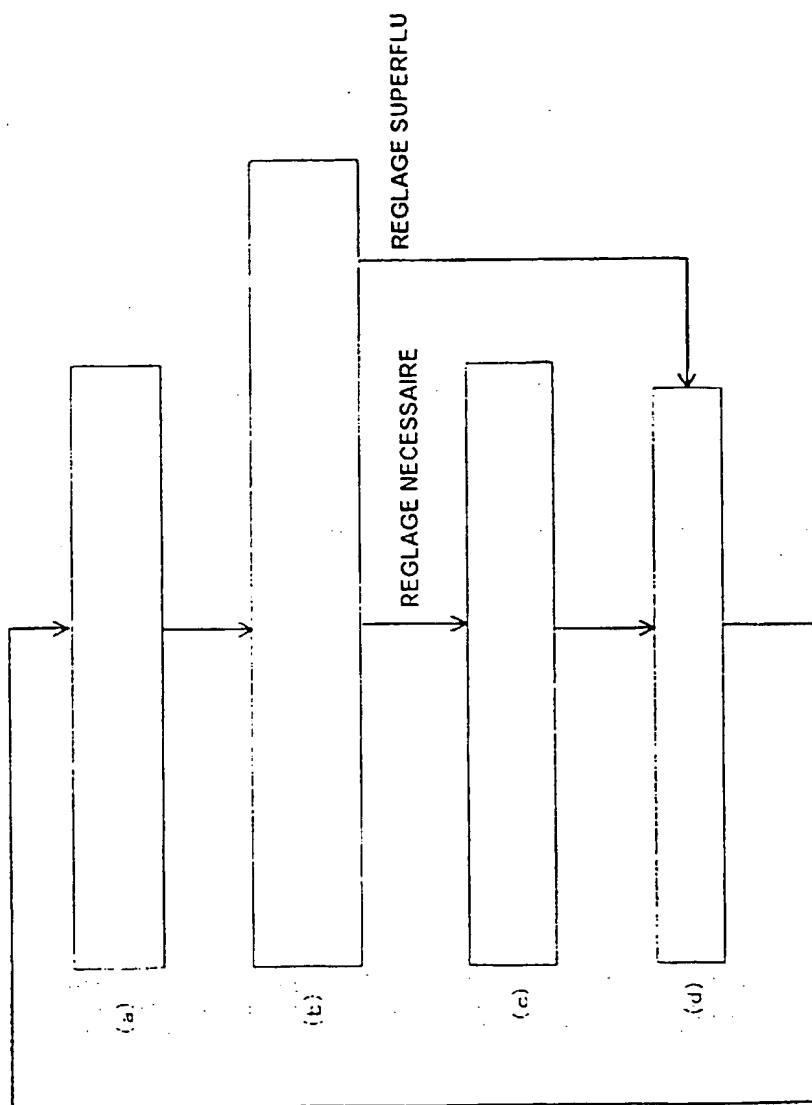


FIG. 9

10/16



FIG. 10A



FIG. 10B



FIG. 10C



FIG. 10D



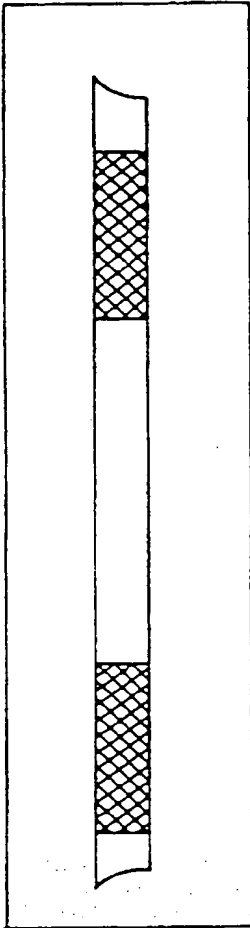


FIG. 11A

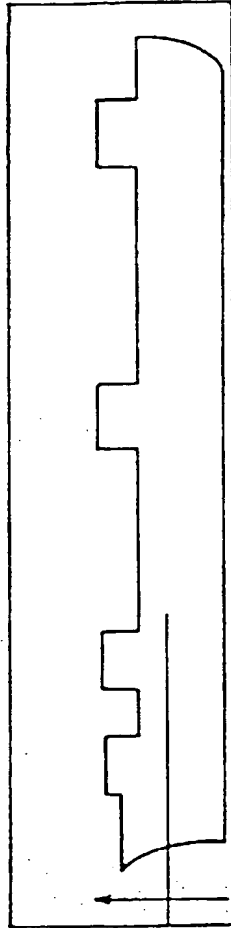


FIG. 11B

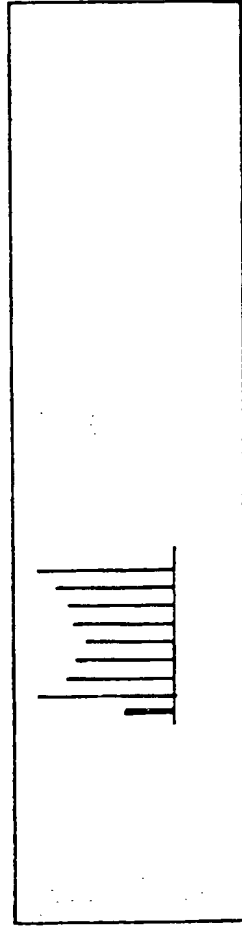


FIG. 11C

12/16

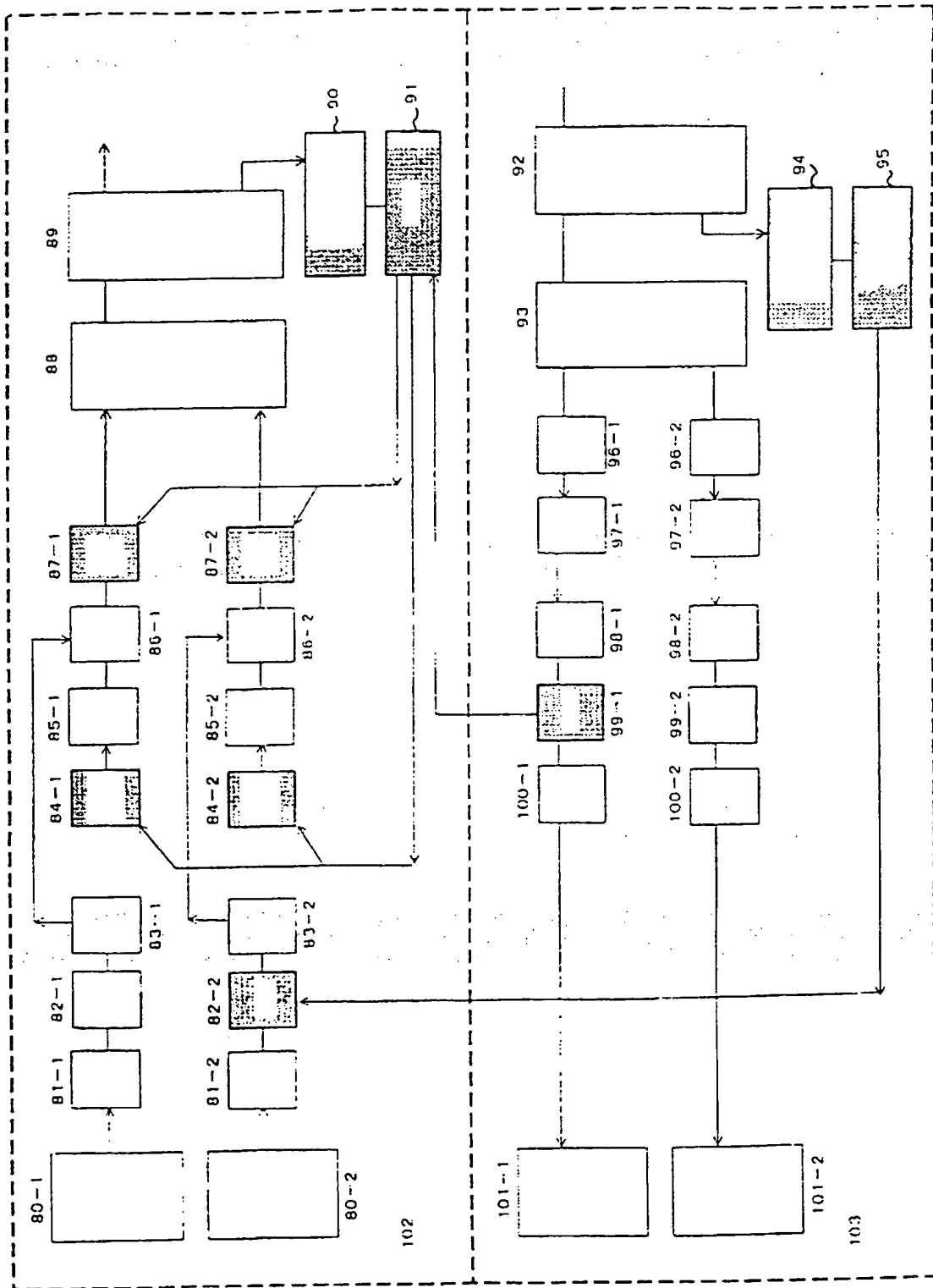


FIG. 12

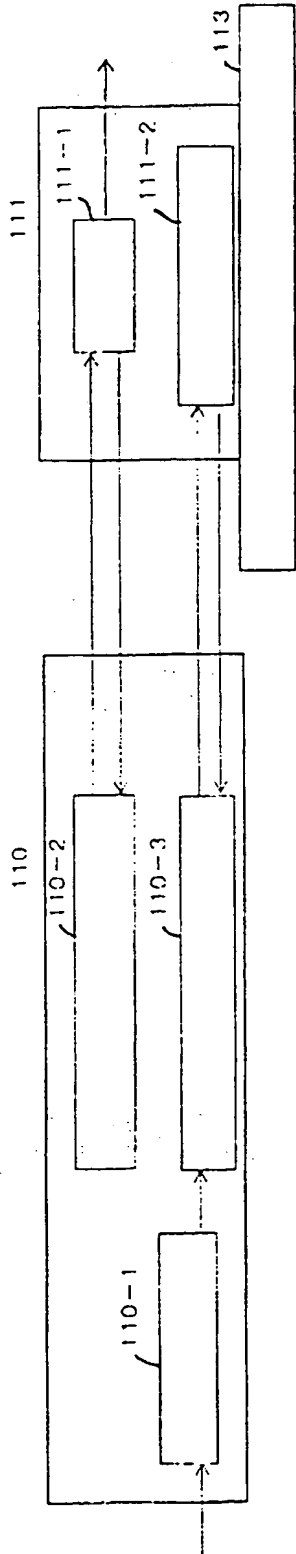


FIG. 13

14 / 16

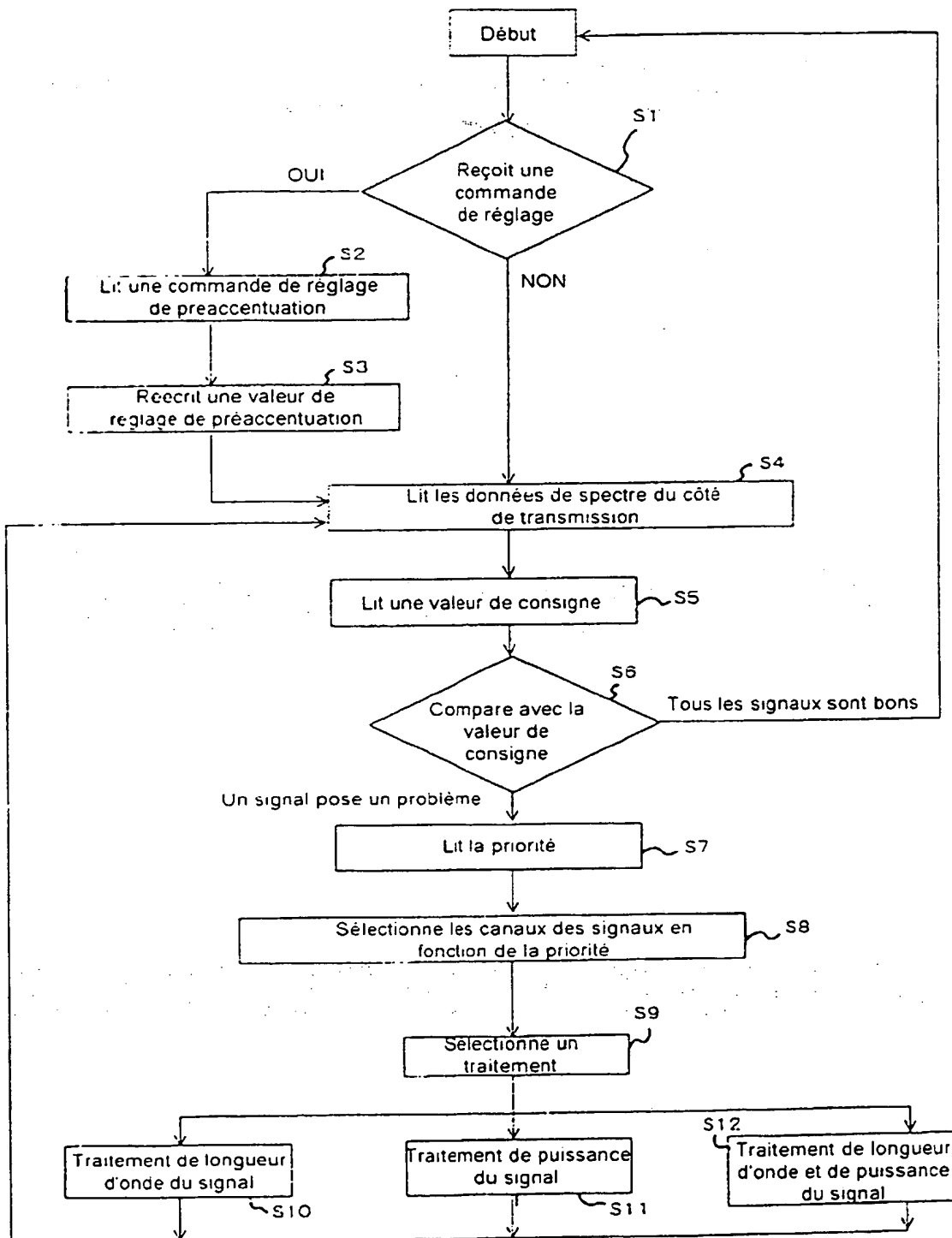


FIG. 14

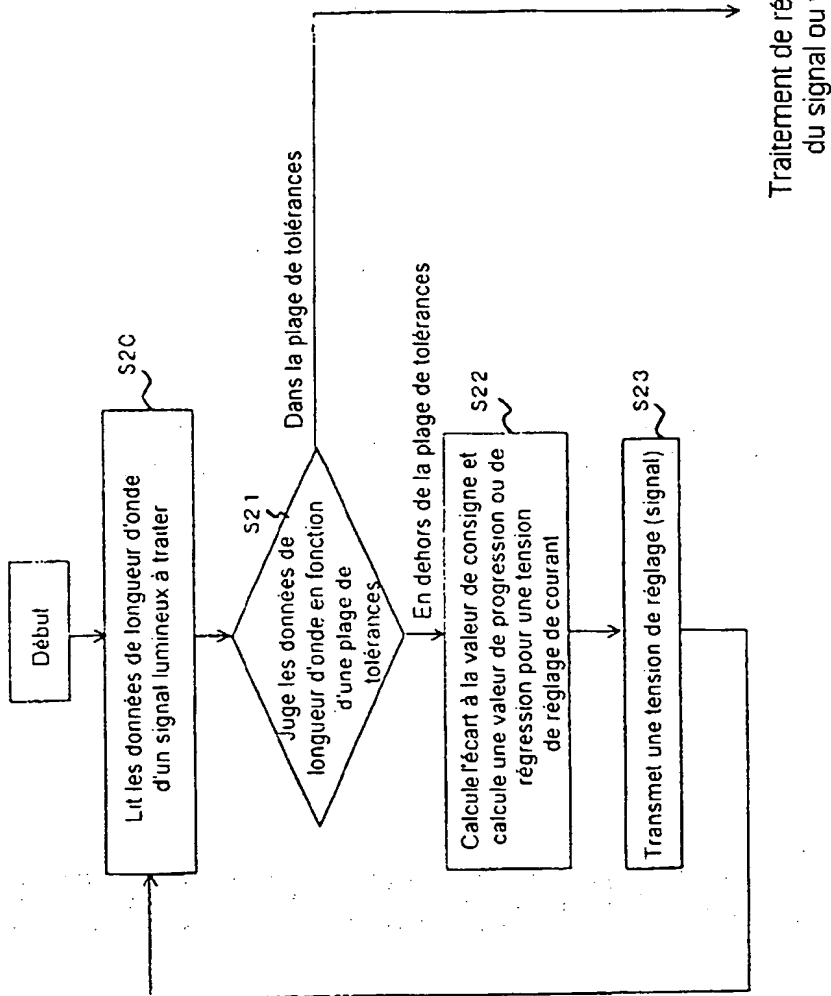


FIG. 15

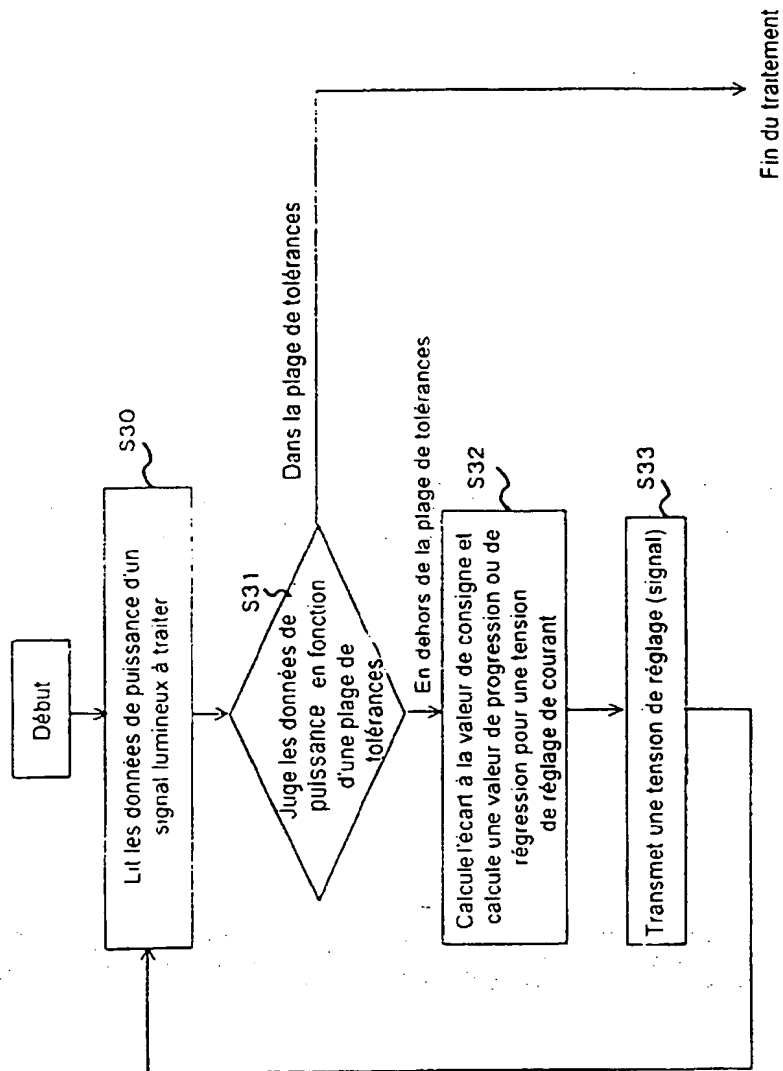


FIG. 16